



## ОСОБЕННОСТИ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДИСТРОФИЧЕСКОГО СТЕНОЗА ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА

Гомельский государственный медицинский университет<sup>1</sup>,  
Гомельская областная клиническая больница<sup>2</sup>, г. Гомель,  
Республика Беларусь

**Цель.** Оценить рентгеноанатомические параметры позвоночного канала на пояснично-крестцовом уровне и предложить способ их использования в диагностике и хирургическом лечении центрального дистрофического стеноза.

**Материал и методы.** В исследование включены 64 пациента, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофической патологии пояснично-крестцового отдела позвоночника. Основную группу составили пациенты с комбинацией грыжи межпозвонкового диска и центрального дистрофического стеноза позвоночного канала. В группу контроля включены пациенты с грыжами межпозвонкового диска без стеноза. Исследованы переднезадний, межсуставной связочный размеры, площадь дурального мешка, толщина желтой связки. Разработан способ определения объема хирургической декомпрессии для случаев центрального стеноза позвоночного канала.

**Результаты.** В ходе исследования выявлена статистически значимая разница между группами по переднезаднему, межсуставному связочному размеру, площади дурального мешка. Наиболее частой причиной дистрофического стеноза являлась изолированная гипертрофия желтой связки при значении переднезаднего размера 12 мм и более (38,2%). Отмечена сильная корреляционная связь между межсуставным связочным размером и площадью дурального мешка (в основной группе —  $rs=0,72$  при  $p<0,00001$ ; в группе контроля —  $rs=0,7$  при  $p<0,00001$ ). Случаи утолщения желтой связки свыше 4 мм отмечены как в стенозированных сегментах, так и в сегментах с грыжами межпозвонкового диска без стеноза.

**Заключение.** Межсуставной связочный размер подтвердил свою диагностическую значимость и возможность использования в качестве критерия дефицита свободного пространства в позвоночном канале при гипертрофии желтой связки и/или суставных отростков. Факт утолщения желтой связки не во всех случаях указывает на наличие ее компримирующего воздействия на дуральный мешок и не является достаточным для установки диагноза дистрофического стеноза. Разработанная методика измерений относительно 7 заданных плоскостей позволяет выполнять обоснованную, избирательную резекцию элементов заднего опорного комплекса в случаях комбинации грыжи межпозвонкового диска и центрального дистрофического стеноза.

**Ключевые слова:** центральный дистрофический стеноз, межсуставной связочный размер, желтая связка, суставные отростки, площадь дурального мешка, межпозвонковая щель

**Objective.** To assess the x-ray anatomic parameters of the spinal canal at the lumbosacral level and to suggest the method for their application in the diagnosis and surgical treatment of central dystrophic stenosis.

**Methods.** 64 patients operated on because of the degenerative-dystrophic pathology of the lumbosacral spine were included in the study. The main group consisted of patients with the combination of herniated intervertebral disc and central dystrophic stenosis of the spinal canal. The control group included patients with herniated discs without stenosis. The anteroposterior, interarticular ligamentous parameters, the area of the dural sac, and thickness of the ligamentum flavum were investigated. The method of determining of the surgical decompression dimension for cases of central stenosis of the spinal canal has been developed.

**Results.** The study revealed a statistically significant difference between the groups in the anteroposterior, interarticular ligamentous distance and dural sac area. Isolated hypertrophy of the ligamentum flavum with anteroposterior size value of 12 mm and more was the most common cause of dystrophic stenosis (38.2%). There was a strong correlation between interarticular ligamentous distance and area of the dural sac (in the main group —  $rs=0.72$  at  $p<0.00001$ ; in the group of control —  $rs=0.70$  at  $p<0.00001$ ). Cases of thickening of the ligamentum flavum more than 4 mm are noted both in the stenotic segments, and in the segments with herniated discs without stenosis.

**Conclusions.** Interarticular ligamentous distance has confirmed its diagnostic significance and the possibility of using as a criterion for a deficiency of free space in the spinal canal in cases of hypertrophy of the ligamentum flavum and/or articular processes. The fact of thickening of the ligamentum flavum does not in all cases indicate the presence of its compressive effect on the dural sac and is not sufficient to establish the diagnosis of dystrophic stenosis. The developed measurement procedure according to the 7 specified plans allows performing a reasonable, selective resection of the elements of the posterior support complex in cases of combination of herniated disc and central dystrophic stenosis.

**Keywords:** central dystrophic stenosis, interarticular ligamentous distance, ligamentum flavum, articular processes, area of dural sac, intervertebral fissure



### Научная новизна статьи

Установлены корреляционные связи между линейными параметрами позвоночного канала и площадью дурального мешка. Разработана методика определения объема необходимой декомпрессии при дистрофическом стенозе позвоночного канала.

### What this paper adds

Correlations between the linear parameters of the spinal canal and the area of the dural sac have been established. The technique has been developed for determining the volume of required decompression in the dystrophic stenosis of the spinal canal.

### Введение

Проблема эффективности хирургического лечения дистрофического стеноза позвоночного канала с каждым годом приобретает все большую значимость и актуальность, число оперативных вмешательств, выполняемых по поводу данной патологии, постоянно растет [1, 2].

Согласно современным представлениям, рентгенодиагностическими критериями абсолютного центрального стеноза на пояснично-крестцовом уровне являются значения переднезаднего размера 10 мм и менее, площади дурального мешка 75 мм<sup>2</sup> и менее. Значение переднезаднего размера в пределах 10-12 мм, площади дурального мешка в пределах 75-100 мм<sup>2</sup> соответствует относительному стенозу. В обоих случаях для установления диагноза обязательным является наличие неврологической симптоматики [3, 4].

К факторам, вызывающим компрессию нервных структур в позвоночном канале, причисляют: врожденные анатомические особенности или дегенеративные изменения в суставных отростках, гипертрофию и обызвествление связочного аппарата, переднезаднюю узость канала [2, 5].

В рентгенологии существует понятие «межсуставной связочный размер (межфасеточное расстояние)» — расстояние между внутренними поверхностями желтой связки, измеренное по линии, проходящей через центр щели фасеточных суставов. Для уровня LIII-LIV значение данного параметра в норме должно составлять не менее 10 мм, для LIV-LV — не менее 12 мм, для LV-SI — не менее 13 мм [2].

Разработаны методики определения степени сужения позвоночного канала, основанные на использовании математических формул. В качестве вводных данных в них используются следующие параметры: переднезадний, поперечный размеры позвоночного канала, поперечный размер тела позвонка, переднезадний размер субарахноидального пространства [4, 7].

Несмотря на наличие большого числа научных работ, посвященных проблеме дистрофического стеноза, обсуждаемым и проблемным для нейрохирургов, неврологов и рентгенологов

остается вопрос, касающийся сопоставления клинических и рентгенологических параметров. В ряде случаев отмечается низкая корреляция между данными нейровизуализации и неврологической симптоматикой [6, 7, 8, 9].

Согласно литературе, комбинация центрального стеноза и грыжи межпозвонкового диска (МПД) является фактором, способствующим усугублению симптоматики, возникновению клинических проявлений на стороне, противоположной локализации секвестра [5, 10].

Остается недооцененной диагностическая значимость межсуставного связочного размера, а также возможность его использования при принятии решения о необходимости и объеме хирургического вмешательства.

Вышеперечисленные факты указывают на актуальность выбранной тематики и необходимость ее дальнейшего изучения.

**Цель.** Оценить рентгеноанатомические параметры позвоночного канала на пояснично-крестцовом уровне и предложить способ их использования в диагностике и хирургическом лечении центрального дистрофического стеноза.

### Материалы и методы

В исследование включены 64 пациента, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофической патологии пояснично-крестцового отдела позвоночника (ПКОП) за период 2015-2017 гг. на базе нейрохирургического отделения № 1 учреждения «Гомельская областная клиническая больница».

В исследование включены пациенты с грыжами МПД или с комбинацией грыжи МПД и центрального дистрофического стеноза при наличии корешковой или корешково-сосудистой симптоматики, не купируемой консервативными методами. Исключались случаи протяженного полисегментарного дистрофического стеноза, требующего обширной костной резекции и стабилизации, случаи фораминального стеноза, стеноза латерального рецессуса.

Основную группу (n=30) составили пациенты с комбинацией грыжи МПД и центрального

дистрофического стеноза позвоночного канала. В группу контроля ( $n=34$ ) включены пациенты с грыжами МПД без стеноза. Учитывая наличие случаев двухуровневого поражения, в основной группе исследовано 34 позвоночно-двигательных сегмента (ПДС), в группе контроля — 38.

В основной группе было 14 мужчин и 16 женщин. Медиана возраста у мужчин составила 51 [39,8; 59,3] год, у женщин — 51,5 [38,3; 60,0] года при  $p>0,05$  (внутригрупповое сравнение).

В группе контроля мужчин было 18, женщин — 16. Медиана возраста у мужчин составила 42,5 [37,8; 49,5] года, у женщин — 44,0 [40,3; 50,3] года при  $p>0,05$  (внутригрупповое сравнение).

При сравнении возраста пациентов между группами как у мужчин, так и у женщин достоверного различия не выявлено ( $p>0,05$ ).

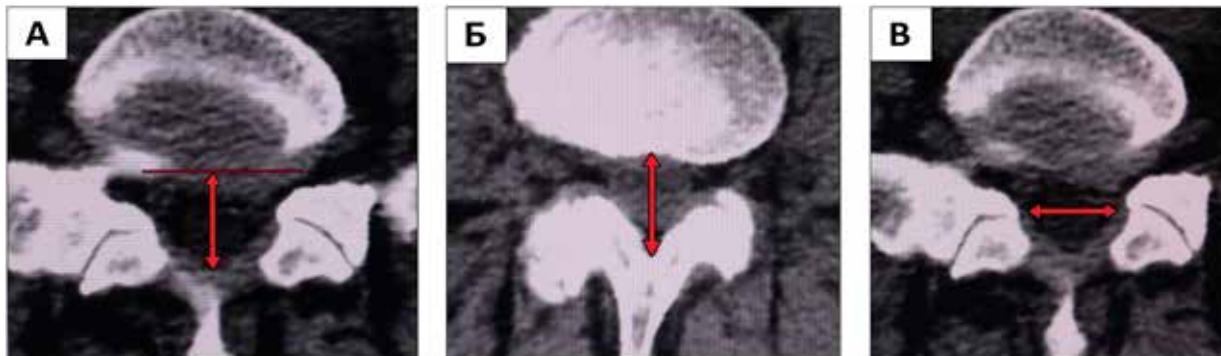
Измерения рентгеноанатомических параметров проводились на базе рабочей станции аппарата рентгеновской компьютерной томографии «GE LightSpeed 16 PRO». Исследованы переднезадний, межсуставной связочный размеры позвоночного канала, площадь дурального мешка, толщина желтой связки. Анализ вышеперечисленных параметров проводился в сегментах 3 уровней: LIII-LIV, LIV-LV, LV-SI. Измерения проводились только в ПДС, пораженных дегенеративно-дистрофическим

процессом, с наличием компримирующего фактора, подлежащего хирургическому лечению.

Переднезадний размер позвоночного канала измеряли как расстояние от заднего края тела позвонка до внутренней поверхности дуги позвонка [3]. На уровне МПД данный параметр определялся как расстояние от линии, соответствующей заднему краю диска (без учета секвестра), до внутренней поверхности желтой связки в точке схождения ее пучков. Межсуставной связочный размер измеряли как расстояние между внутренними поверхностями желтой связки по линии, проходящей через центр щели фасеточных суставов [2]. Правый и левый пучки желтой связки измерялись в месте максимального утолщения при соприкосновении с дуральным мешком. Площадь дурального мешка, а также, при необходимости, секвестра МПД определялась с помощью функции «Pen». Все изучаемые параметры измерялись в аксиальной проекции. Линейные размеры (переднезадний, межсуставной связочный) и площадь дурального мешка определялись в месте максимальной компрессии дурального мешка в случаях центрального стеноза или в самом узком месте ПДС в случаях грыжи МПД без сужения канала. Техника измерения исследуемых параметров представлена на рис. 1, рис. 2.

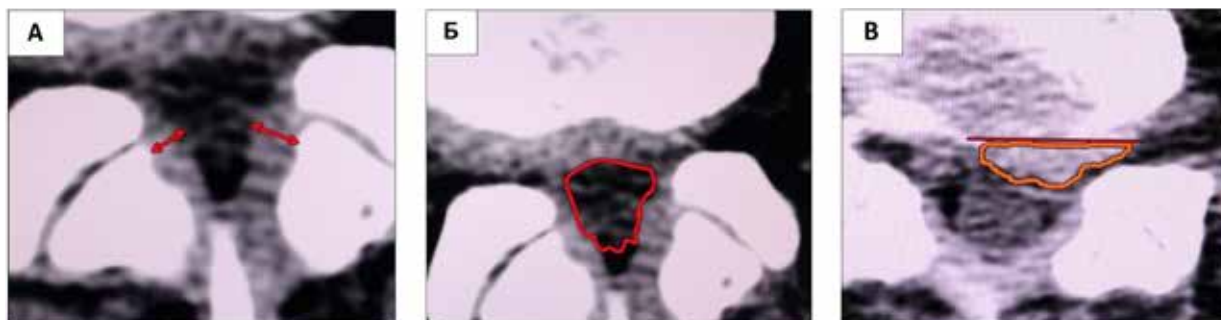
**Рис. 1. Техника измерения линейных параметров:**

А — измерение переднезаднего размера на уровне МПД; Б — измерение переднезаднего размера на уровне тела позвонка; В — измерение межсуставного связочного размера.



**Рис. 2. Техника измерения толщины желтой связки, площади дурального мешка и секвестра МПД:**

А — измерение толщины пучков желтой связки; Б — измерение площади дурального мешка; В — измерение площади секвестра.



В ходе исследования нами использовались следующие диагностические критерии центрального стеноза: значение переднезаднего размера менее 12 мм (если данный параметр имел значение 11 мм, отмечали относительную переднезаднюю узость канала, при значении 10 мм и менее — абсолютную переднезаднюю узость), значение межсуставного связочного размера ниже литературных норм, значение площади дурального мешка менее 75 мм<sup>2</sup> [2, 3]. Желтую связку считали гипертрофированной при ее толщине 4 мм и более [10]. Для установки диагноза обязательным являлось наличие корешковой или корешково-сосудистой симптоматики.

В рамках исследования предложен способ определения объема хирургической декомпрессии для случаев центрального стеноза позвоночного канала. Методика подразумевает измерение линейных размеров (переднезаднего, межсуставного связочного) канала, площади дурального мешка, определение положения дуг позвонков и междужковых промежутков. Все перечисленные параметры измерялись по 7 заданным плоскостям в необходимом ПДС. В обязательном порядке учитывались клинические данные. По разработанному способу, согласно справке № а20150116 (от 04.12.2017),

принято решение о выдаче патента на изобретение.

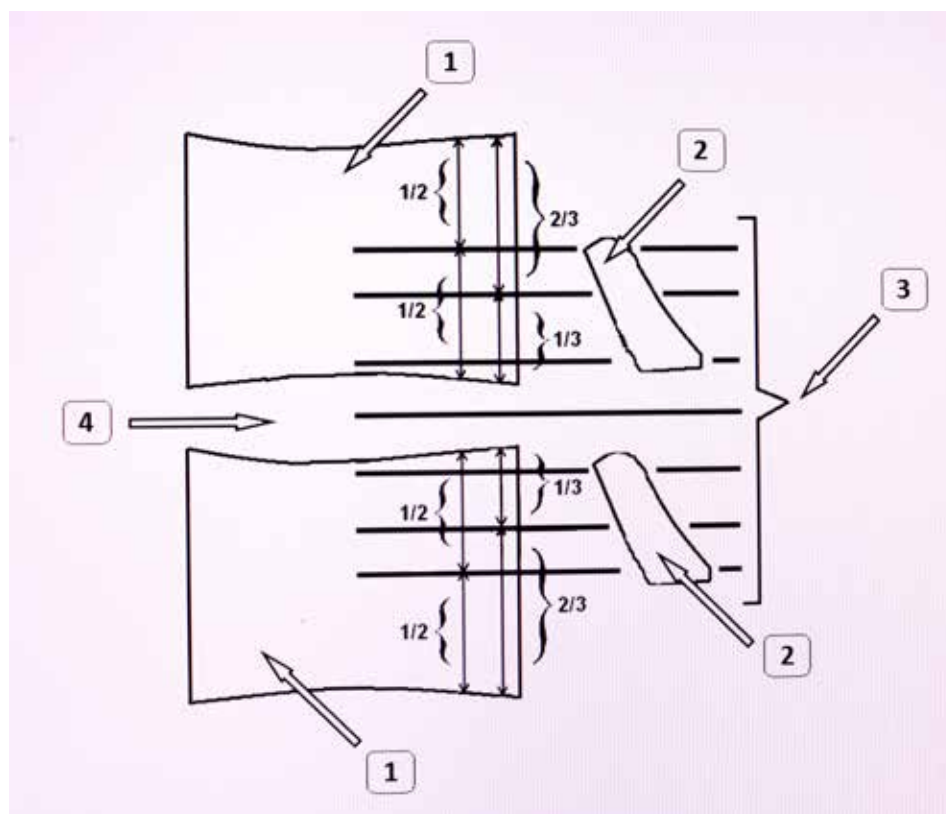
На рис. 3 показана методика измерений по заданным плоскостям.

На рис. 3 видно, что измерения проводились по следующим 7 плоскостям: на уровне середины межпозвонковой щели, на уровне замыкательной пластинки тела вышележащего позвонка, на уровне замыкательной пластинки тела нижележащего позвонка, на уровне середины тел вышележащего и нижележащего позвонков, на уровне границы нижней трети и верхних двух третей высоты тела вышележащего позвонка, на уровне границы верхней трети и нижних двух третей высоты тела нижележащего позвонка. Согласно предложенной методике в основной группе исследования определены варианты протяженности стенозированного участка.

### Статистика

При определении нормальности распределения данных применялся тест Шапиро-Уилка. Изучаемые параметры не подчинялись закону нормального распределения. Учитывая этот факт, при обработке данных использовали непараметрические методы. Описательная

**Рис. 3. Методика измерений по 7 плоскостям.**  
1 — тела позвонков; 2 — дуги позвонков; 3 — плоскости измерения; 4 — межпозвонковая щель.



статистика проводилась в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (25-я и 75-я перцентили [LQ; UQ]). Сравнение независимых выборок проводили посредством U-критерия Манна-Уитни. Качественные характеристики анализировали с помощью критерия 2 или точного критерия Фишера. Связь признаков оценивали посредством метода ранговой корреляции по Спирмену (rs). Отклонения считали значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты

В таблице 1 представлены различные типы неврологических симптомов в группах исследования.

Согласно данным таблицы 1, в основной группе преобладала односторонняя радикулопатия L5 корешка — 14 случаев (46,7%). В группе контроля чаще всего встречалась односторонняя радикулопатия S1 корешка — 16

случаев (44,5%). В основной группе выявлено 2 случая радикулоишемии, в группе контроля — 5. Стоит отметить, что двухсторонние симптомы, включая нейрогенную перемежающую хромоту, достоверно чаще встречались при комбинации грыжи МПД и стеноза позвоночного канала — 9 случаев против 3 случаев в группе контроля ( $p = 0,023$ , точный критерий Фишера). В ходе исследования нами проведен анализ факторов компрессии дурального мешка в сегментах основной группы. Полученные данные представлены в таблице 2.

Согласно данным таблицы 2, наиболее частой причиной сдавления дурального мешка являлась изолированная односторонняя или двухсторонняя гипертрофия желтой связки при значении переднезаднего размера 12 мм и более — 13 ПДС (38,2%). Относительная переднезадняя узость позвоночного канала была диагностирована в 6 ПДС (17,6%) и во всех случаях сочеталась с гипертрофией суставных отростков

Таблица 1

#### Типы неврологических симптомов

Неврологический симптом	Группа			
	Основная		Контроля	
	n	%	n	%
Односторонняя радикулопатия L <sub>4</sub>	1	3,3	0	0,0
Односторонняя радикулопатия L <sub>5</sub>	14	46,7	10	27,8
Односторонняя радикулопатия S <sub>1</sub>	2	6,7	16*	44,5*
Односторонняя бирадикулопатия L <sub>4</sub> и L <sub>5</sub>	1	3,3	1	2,8
Односторонняя бирадикулопатия L <sub>5</sub> и S <sub>1</sub>	1	3,3	1	2,8
Радикулоишемия L <sub>4</sub> -L <sub>5</sub>	2	6,7	2	5,5
Радикулоишемия L <sub>5</sub> -S <sub>1</sub>	0	0,0	3	8,3
Двухсторонняя радикулопатия L <sub>4</sub>	1	3,3	1	2,8
Двухсторонняя радикулопатия L <sub>5</sub>	5	16,7	2	5,5
Двухсторонняя радикулопатия S <sub>1</sub>	1	3,3	0	0,0
Нейрогенная перемежающаяся хромота	2	6,7	0	0,0

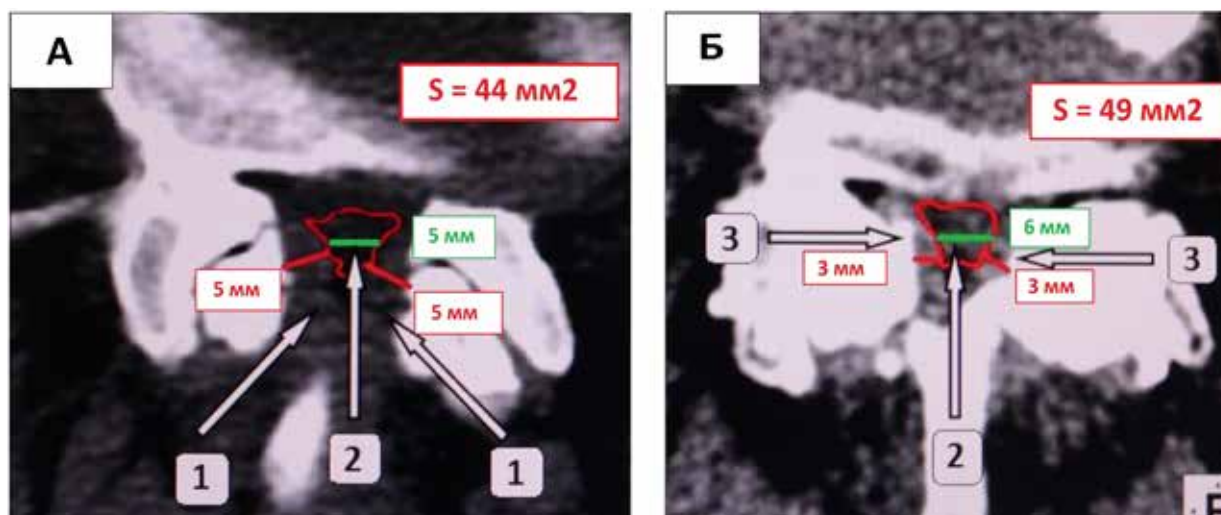
Примечание: \* —  $p < 0,05$  (точный критерий Фишера), достоверное различие между группами исследования.

Таблица 2

#### Факторы компрессии дурального мешка (основная группа)

Факторы компрессии	Число случаев	
	n	%
Гипертрофия желтой связки при значении переднезаднего размера 12 мм и более	13	38,2
Гипертрофия суставных отростков при значении переднезаднего размера 12 мм и более	5	14,8
Гипертрофия желтой связки при относительной переднезадней узости позвоночного канала	4	11,7
Гипертрофия желтой связки при абсолютной переднезадней узости позвоночного канала	3	8,8
Гипертрофия суставных отростков при относительной переднезадней узости позвоночного канала	2	5,9
Гипертрофия суставных отростков при абсолютной переднезадней узости позвоночного канала	3	8,8
Гипертрофия суставных отростков и желтой связки при значении переднезаднего размера 12 мм и более	2	5,9
Гипертрофия суставных отростков и желтой связки при абсолютной переднезадней узости позвоночного канала	2	5,9





**Рис. 4** Варианты компрессии дурального мешка при поперечном сужении позвоночного канала. А – стеноз, вызванный двухсторонней гипертрофией желтой связки; Б – стеноз, вызванный гипертрофией суставных отростков при нормальной толщине желтой связки. 1 – желтая связка; 2 – дуральный мешок; 3 – дугоотростчатые суставы. В красных прямоугольных рамках указаны значения площади дурального мешка и толщины желтой связки, в зеленых рамках – значения межсуставного связочного размера.

или желтой связки. Абсолютная переднезадняя узость канала была отмечена в 8 ПДС (23,5%) и во всех случаях комбинировалась с гипертрофией желтой связки и/или суставных отростков. Таким образом, в исследованной выборке не выявлено ни одного сегмента с изолированным переднезадним типом сужения позвоночного канала.

На рис. 4 показаны варианты компрессии дурального мешка при поперечном сужении позвоночного канала.

В основной группе выявлено 23 (67,6%) ПДС с гипертрофией желтой связки, в группе контроля – 21 сегмент (55,3%). В обеих выборках двухстороннее утолщение желтой связки преобладало над односторонним: в основной группе в 16 ПДС из 23, в группе контроля – в 15 ПДС из 21. Достоверных различий по частоте встречаемости гипертрофии желтой связки между группами исследования не выявлено ( $p=0,28$ ).

В таблице 3 представлены данные по линейным параметрам и площади дурального мешка.

Данные, представленные в таблице 3, сви-

детельствуют о существенной и статистически значимой разнице по всем параметрам между основной группой и группой контроля.

Для стенозированных ПДС с изолированной гипертрофией желтой связки медиана межсуставного связочного размера составила 6,0 [5,5; 7,0] мм, медиана площади дурального мешка – 64,0 [45,5; 69,0] мм<sup>2</sup>, для ПДС с изолированной гипертрофией суставных отростков – 6,0 [5,5; 8,5] мм и 60,0 [54,0; 84,0] мм<sup>2</sup> соответственно. При комбинации относительной переднезадней узости канала с гипертрофией желтой связки или суставных отростков медиана межсуставного связочного размера составила 6,0 [4,8; 7,5] мм, медиана площади дурального мешка – 57,5 [47,5; 71,3] мм<sup>2</sup>, при комбинации абсолютной переднезадней узости с гипертрофией желтой связки или суставных отростков – 5,0 [3,8; 5,5] мм и 48,0 [40,3; 60,5] мм<sup>2</sup> соответственно.

В группе контроля медиана площади дурального мешка для ПДС с утолщением желтой связки составила 103,0 [63,0; 149,0] мм<sup>2</sup>, для ПДС с нормальной толщиной связки – 115,0 [68,0; 131,5] мм<sup>2</sup> ( $p$  Манна-Уитни=0,93).

Таблица 3

**Линейные параметры позвоночного канала и площадь дурального мешка**

Параметр	Основная группа	Группа контроля	Уровень значимости (U-критерий Манна-Уитни), $p$
Переднезадний размер, мм (Me [LQ; UQ])	12,0 [10,0; 15,0]	15,5 [13,0; 17,0]	$p<0,00001$
Межсуставной связочный размер, мм (Me [LQ; UQ])	6,0 [5,0; 7,0]	12,5 [10,0; 17,0]	$p<0,00001$
Площадь дурального мешка, мм <sup>2</sup> (Me [LQ; UQ])	55,5 [42,8; 68,5]	110,5 [63,0; 139,0]	$p<0,001$

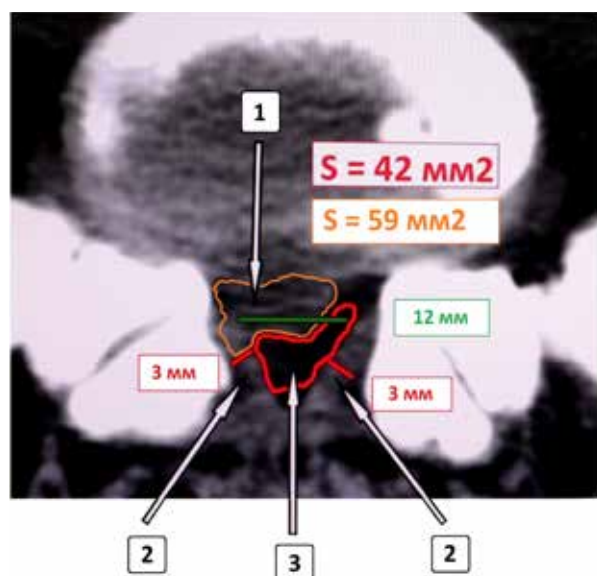


Рис. 5. Компрессия дурального мешка за счет секвестра МПД. 1 – выпавший секвестр; 2 – желтая связка; 3 – дуральный мешок. В красной прямоугольной рамке указано значение площади дурального мешка, в оранжевой – значение площади секвестра МПД, в зеленой – значение межсуставного связочного размера.

Обращает на себя внимание тот факт, что в группе контроля, согласно проведенным измерениям, также выявлены случаи отклонения от нормы линейных параметров, при этом диагноз дистрофического стеноза не выставлялся. Уменьшение переднезаднего размера до 11 мм отмечено в 3 (7,9%) ПДС, при этом не в одном из этих сегментов, несмотря на наличие секвестра МПД, не выявлено уменьшения площади дурального мешка ниже 75 мм<sup>2</sup>. Уменьшение

межсуставного связочного размера на 1-2 мм ниже указанных ранее литературных норм обнаружено в 13 ПДС (34,2%). Из них в 2 случаях значение площади дурального мешка превышало 100 мм<sup>2</sup>, в 8 ПДС находилось в диапазоне 75-100 мм<sup>2</sup>. Только в 3 сегментах было отмечено уменьшение площади дурального мешка менее 75 мм<sup>2</sup> за счет значительных размеров секвестра, выпавшего в позвоночный канал. Один из 3 таких случаев представлен на рис. 5.

На рис. 5 видно, что секвестр грыжи МПД более чем наполовину перекрывает просвет позвоночного канала, вызывая существенную компрессию дурального мешка. Отмечается отклонение межсуставного связочного размера на 1 мм ниже нормы (для уровня LV-SI), при этом толщина желтой связки находится в пределах нормы, признаков гипертрофии суставных отростков не определяется.

В рамках исследования были изучены корреляционные связи между линейными параметрами и площадью дурального мешка. В результате выявлена сильная прямая статистически значимая корреляционная связь между межсуставным связочным размером и площадью дурального мешка (в основной группе –  $r_s=0,72$  при  $p<0,00001$ ; в группе контроля –  $r_s=0,7$  при  $p<0,00001$ ). Между переднезадним размером и площадью дурального мешка в основной группе отмечалась умеренная прямая корреляционная связь –  $r_s=0,39$  при  $p<0,05$ . В группе контроля статистически значимой корреляции между данными параметрами не выявлено ( $r_s=0,28$  при  $p>0,05$ ).

В таблице 4 представлены различные вари-

Таблица 4

**Краниально-каудальная протяженность стенозированного участка в основной группе**

Краниально-каудальная протяженность	Число случаев	
	n	%
От верхней до нижней замыкательной пластинки	8	23,6
От границы нижней 1/3 и верхних 2/3 высоты тела вышележащего позвонка до середины межпозвонковой щели	5	14,7
От середины межпозвонковой щели до нижней замыкательной пластинки	4	11,8
От границы нижней 1/3 и верхних 2/3 высоты тела вышележащего позвонка до нижней замыкательной пластинки	4	11,8
От верхней замыкательной пластинки до середины межпозвонковой щели	3	8,8
От верхней замыкательной пластинки до границы верхней 1/3 и нижних 2/3 высоты тела нижележащего позвонка	3	8,8
Только на уровне середины межпозвонковой щели	2	5,9
От границы нижней 1/3 и верхних 2/3 высоты тела вышележащего позвонка до границы верхней 1/3 и нижних 2/3 высоты тела нижележащего позвонка	2	5,9
От границы нижней 1/3 и верхних 2/3 высоты тела вышележащего позвонка до середины тела нижележащего позвонка	1	2,9
От середины тела вышележащего позвонка до середины межпозвонковой щели	1	2,9
От середины щели до границы верхней 1/3 и нижних 2/3 высоты тела нижележащего позвонка	1	2,9

анты краниально-каудальной протяженности стенозированного участка в основной группе исследования.

Согласно данным таблицы 4, наиболее часто зона стеноза ограничивалась верхней (по отношению к межпозвонковой щели) замыкательной пластинкой краниально и нижней замыкательной пластинкой каудально — 8 (23,5%) сегментов. Стоит отметить, что в двух случаях (5,9%) сужение позвоночного канала локализовалось только на уровне межпозвонковой щели. В целом данные таблицы свидетельствуют о значительной вариабельности расположения и протяженности стенозированного участка.

Разработанный способ определения объема хирургической декомпрессии при стенозе позвоночного канала на поясничном уровне использовался не только в диагностических целях, но и при планировании микрохирургических вмешательств у пациентов основной группы. Исходя из локализации стенозированного участка, определялась необходимость и объем резекции дуг позвонков, суставных отростков, желтой связки. Согласно расчетам, в 24 ПДС из 34 (70,6%) была выполнена частичная гемилемнэктомия дуг выше — и нижележащего позвонков, дополненная медиальной фасетэктомией. Интерламинэктомия была использована только в 1 (2,9%) ПДС.

Предложенный способ является дальнейшим развитием разработанной нами ранее методики компьютерного расчета размеров и формы костного окна, необходимого для удаления секвестра [11].

### Обсуждение

Рентгеноанатомические параметры позвоночного канала обладают широким потенциалом использования как в диагностике компрессионных форм остеохондроза, так и в планировании микрохирургических вмешательств, контроле качества их выполнения. Вопрос разграничения нормальных размеров позвоночного канала и его патологического сужения остается актуальным и дискуссионным [1, 7, 9, 12].

Площадь дурального мешка, использованная нами в качестве контрольного параметра, — значимый критерий в рентгенодиагностике центрального стеноза. Существует мнение, что наибольшую связь с клиническими данными имеет значение данного параметра менее 100 мм<sup>2</sup> [12]. Согласно данным другого источника, нарушению функции нервной ткани способствует уменьшение площади дурального мешка ниже

75 мм<sup>2</sup> [10]. Проведенное исследование выявило существенную и статистически значимую разницу по данному параметру между группами ( $p < 0,001$ ), что свидетельствует о более выраженной компрессии дурального мешка в случае комбинации центрального стеноза и грыжи МПД.

Важным патогенетическим звеном центрального дистрофического стеноза позвоночного канала является гипертрофированная желтая связка [13]. Нами установлена высокая встречаемость утолщения желтой связки как в стенозированных ПДС, так и в сегментах с грыжами МПД без стеноза (67,6% и 55,3% соответственно). Эти данные свидетельствуют о том, что сам по себе факт увеличения толщины данной анатомической структуры не является достаточным для установки диагноза центрального стеноза. Подтверждением является мнение зарубежных авторов, согласно которому толщина желтой связки не во всех случаях имеет связь с клиническими данными [14].

В сегментах группы контроля, в отличие от основной группы, желтая связка, несмотря на утолщение, не являлась причиной сдавления дурального мешка. Такое заключение мы обосновываем следующими выявленными фактами:

- достоверное различие по межсуставному связочному размеру ( $p < 0,00001$ ) и площади дурального мешка ( $p < 0,001$ ) между группами исследования;

- достоверное различие ( $p < 0,05$ ) по площади дурального мешка между сегментами с утолщением желтой связки в основной группе и аналогичными сегментами в группе контроля.

В ходе исследования межсуставной связочный размер продемонстрировал свою диагностическую информативность как в случаях утолщения желтой связки, так и в случаях гипертрофии суставных отростков, либо при компрессии двумя факторами одновременно.

Выявленные случаи уменьшения переднезаднего (7,9%) и межсуставного связочного размера (34,2%) среди сегментов группы контроля свидетельствуют о необходимости дополнительного измерения площади дурального мешка, а также учета площади секвестра, выпавшего в позвоночный канал.

По отношению к уже существующим методам определения степени сужения позвоночного канала наш способ обладает следующими преимуществами:

- возможность диагностики поперечного сужения канала за счет измерения межсуставного связочного размера;
- возможность точной оценки расположе-



ния стенозирующего процесса как на уровне межпозвонковой щели, так и на уровне тела позвонка;

— возможность использования методики как в диагностических целях, так и в рамках предоперационного планирования объема хирургической декомпрессии, благодаря учету расположения дуг позвонков и междужковых промежутков.

Разработанный способ имеет потенциал совершенствования, заключающийся в повышении количества плоскостей измерения, что позволит проводить идентификацию стенозированного участка с максимальной точностью.

### Выводы

1. Выявлена сильная корреляционная связь между межсуставным связочным размером и площадью дурального мешка (в основной группе —  $rs=0,72$  при  $p<0,00001$ ; в группе контроля —  $rs=0,70$  при  $p<0,00001$ ), что подтверждает диагностическую значимость межсуставного связочного размера и возможность его использования в качестве критерия дефицита свободного пространства в позвоночном канале при дистрофическом стенозе, ассоциированном с гипертрофией желтой связки и/или суставных отростков.

2. Факт утолщения желтой связки не во всех случаях указывает на наличие ее компримирующего воздействия на дуральный мешок и не является достаточным для установки диагноза дистрофического стеноза.

3. Проведенный анализ причинных факторов центрального дистрофического стеноза выявил ключевой вклад гипертрофии суставных отростков и желтой связки. Поперечное стенозирование было отмечено в 100% ПДС основной группы, при этом в 58,9% диагностировалось изолированное поперечное сужение канала при значении переднезаднего размера 12 мм и более. Случаев изолированной переднезадней узости в исследованной выборке отмечено не было.

4. Разработанная методика измерений параметров позвоночного канала относительно заданных плоскостей позволяет проводить точную идентификацию краниально-каудальной протяженности стенозированного участка, выявлять тип сужения канала и причинные факторы. В хирургическом аспекте предложенный способ дает возможность проводить избирательную и обоснованную резекцию желтой связки, суставных отростков, дуг позвонков, таким образом снижая травматичность вмешательства и риск развития послеоперационной нестабильности.

### Финансирование

Работа выполнялась в соответствии с планом научных исследований Гомельского государственного медицинского университета.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликт интересов отсутствует.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Chung S, Kang M, Shin Y, Baek O, Lee S. Postoperative expansion of dural sac cross-sectional area after unilateral laminotomy for bilateral decompression: correlation with clinical symptoms. *Korean J Spine*. 2014 Dec; 11(4):227-31. Published online 2014 Dec 31. doi: 10.14245/kjs.2014.11.4.227
2. Morgalla MH, Noak N, Merkle M, Tatagiba MS. Lumbar spinal stenosis in elderly patients: is a unilateral microsurgical approach sufficient for decompression? *J Neurosurg Spine*. 2011 Mar;14(3):305-12. doi: 10.3171/2010.10.SPINE09708
3. Педаченко ЮЕ. Стеноз поясничного отдела позвоночного столба. *Украин Нейрохирург Журн*. 2009;(4):9-14. <https://elibrary.ru/item.asp?id=18884456>
4. Ульрих ЭВ, Мушкин АЮ. Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках. Санкт-Петербург, РФ: ЭЛБИ-СПб; 2004. 179 с.
5. Цехла АИ. Магнитно-резонансная визуализация неврологических проявлений остеохондроза пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Тавр Мед-Биол Вестн*. 2012;15(1):287-90. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/45010>
6. Sobottke R, Schlüter-Brust K, Kaulhausen T, Röllinghoff M, Joswig B, Stützer H, Eysel P, Simons P, Kuchta J. Interspinous implants (X Stop, Wallis, Diam) for the treatment of LSS: is there a correlation between radiological parameters and clinical outcome? *Eur Spine J*. 2009 Oct;18(10):1494-503. Published online 2009 Jun 27. doi: 10.1007/s00586-009-1081-y
7. Шмырев ВИ, Морозов СП, Войнов ДА. Клинико-лучевые корреляции при стенозах позвоночного канала. *Кремлев Медицина*. 2009;(4):76-79. <https://elibrary.ru/item.asp?id=13075191>
8. Сорокинов ВА, Горбунов АВ, Кошкарева ЗВ, Брюханов ВГ, Поздеева НА. Классификации стенозов позвоночного канала в поясничном отделе позвоночника. *Бюл ВСНЦ РАМН*. 2010;2(72):243-47. <https://cyberleninka.ru/article/v/klassifikatsii-stenozov-pozvonochnogo-kanala-v-poyasnichnom-otdele-pozvonochnika-obzor-literatury>
9. Шевелев ИН, Корниенко ВН, Коновалов НА, Черкашов АМ, Назаренко АГ, Асютин ДС. Анализ корреляции рентгенологических критериев и клинических проявлений центрального стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночного канала. *Вопр Нейрохирургии*. 2012; (3): 61-68. <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-voprosy-neirokhirurgii-imeni-n-n-burdenko/2012/3/downloads/ru/030042-8817201236>
10. Karabekir HS, Yildizhan A, Atar EK, Yacyioglu S, Gocmen-Mas N, Yazici C. Effect of ligamenta flava hypertrophy on lumbar disc herniation with contralateral symptoms and signs: a clinical and morphometric

study. *Arch Med Sci.* 2010 Aug 30;6(4):617-22. doi: 10.5114/aoms.2010.14477

11. Олизарович МВ, Ремов ПС. Микрохирургические вмешательства на позвоночнике с использованием компьютерного расчета и графической визуализации. *Новости Хирургии.* 2016;(6):592-600. doi: <https://dx.doi.org/10.18484/2305-0047.2016.6.592>

12. Hermansen E, Moen G, Barstad J, Birketvedt R, Indrekvam K. Laminarthrectomy as a surgical approach for decompressing the spinal canal: assessment of preoperative versus postoperative dural sac cross-sectional area (DSCSA). *Eur Spine J.* 2013 Aug;22(8):1913-19. doi: 10.1007/s00586-013-2737-1

13. Abbas J, Hamoud K, May H, Hay O, Medlej B, Masharawi Y, Peled N, HersHKovitz I. Degenerative lumbar spinal stenosis and lumbar spine configuration. *Eur Spine J.* 2010 Nov;19(11):1865-73. doi: 10.1007/s00586-010-1516-5

14. Haig AJ, Adewole A, Yamakawa KS, Kelemen B, Aagesen AL. The ligamentum flavum at L4-5: relationship with anthropomorphic factors and clinical findings in older persons with and without spinal disorders. *PMR.* 2012 Jan;4(1):23-29. doi: 10.1016/j.pmrj.2011.07.023

## REFERENCES

1. Chung S, Kang M, Shin Y, Baek O, Lee S. Postoperative expansion of dural sac cross-sectional area after unilateral laminotomy for bilateral decompression: correlation with clinical symptoms. *Korean J Spine.* 2014 Dec; 11(4):227-31. Published online 2014 Dec 31. doi: 10.14245/kjs.2014.11.4.227
2. Morgalla MH, Noak N, Merkle M, Tatagiba MS. Lumbar spinal stenosis in elderly patients: is a unilateral microsurgical approach sufficient for decompression? *J Neurosurg Spine.* 2011 Mar;14(3):305-12. doi: 10.3171/2010.10.SPINE09708
3. Pedachenko YuE. Lumbar spinal stenosis. *Ukrain Neurokhirurg Zhurn.* 2009;(4):9-14. <https://elibrary.ru/item.asp?id=18884456>. (in Russ.)
4. Ul'rikh EV, Mushkin AIu. Vertebrologiya v terminakh, tsifrakh, risunkakh. Saint-Petersburg, RF: ELBI-SPb; 2004. 179 p. (in Russ.)
5. Cehla AI. Magnetic-resonant visualization of neurologic displays of an osteochondrosis of lumbosacral department of a backbone. *Tavr Med-Biol Vestn.* 2012;15(1):287-90. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/45010> (in Russ.)
6. Sobottke R, Schlüter-Brust K, Kaulhausen T, Rölinghoff M, Joswig B, Stützer H, Eysel P, Simons

P, Kuchta J. Interspinous implants (X Stop, Wallis, Diam) for the treatment of LSS: is there a correlation between radiological parameters and clinical outcome? *Eur Spine J.* 2009 Oct;18(10):1494-503. Published online 2009 Jun 27. doi: 10.1007/s00586-009-1081-y

7. Shmirjev VI, Morozov SP, Voinov DA. Clinical and radial correlations in stenoses of the spinal canal. *Kremlev Meditsina.* 2009;(4):76-79. <https://elibrary.ru/item.asp?id=1307519>. (in Russ)

8. Sorokovikov VA, Gorbunov AV, Koshkareva ZV, Briukhanov VG, Pozdeeva NA. Klassifikatsii stenozov pozvonochного kanala v poiasnichnom otdele pozvonochnika. *Biul VSNTs RAMN.* 2010;2(72):243-47. <https://cyberleninka.ru/article/v/klassifikatsii-stenozov-pozvonochного-kanala-v-poyasnichnom-otdele-pozvonochnika-obzor-literatury>. (in Russ)

9. Shevelev IN, Kornienko VN, Kononov NA, Cherkashov AM, Nazarenko AG, Asiutin DS. Analysis of correlation of radiological criteria and clinical manifestation of central lumbosacral spinal stenosis. *Vopr Neurokhirurgii.* 2012; (3): 61-68. <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-voprosy-nejrokhirurgii-imeni-n-n-burdenko/2012/3/downloads/ru/030042-8817201236>

10. Karabekir HS, Yildizhan A, Atar EK, Yaycioglu S, Gocmen-Mas N, Yazici C. Effect of ligamenta flava hypertrophy on lumbar disc herniation with contralateral symptoms and signs: a clinical and morphometric study. *Arch Med Sci.* 2010 Aug 30;6(4):617-22. doi: 10.5114/aoms.2010.14477.

11. Olizarovich MV, Remov PS. Microsurgical intervention on the spine using computer calculation and graphic visualization. *Novosti Khirurgii.* 2016;(6):592-600. doi: <https://dx.doi.org/10.18484/2305-0047.2016.6.592>. (in Russ.)

12. Hermansen E, Moen G, Barstad J, Birketvedt R, Indrekvam K. Laminarthrectomy as a surgical approach for decompressing the spinal canal: assessment of preoperative versus postoperative dural sac cross-sectional area (DSCSA). *Eur Spine J.* 2013 Aug;22(8):1913-19. doi: 10.1007/s00586-013-2737-1

13. Abbas J, Hamoud K, May H, Hay O, Medlej B, Masharawi Y, Peled N, HersHKovitz I. Degenerative lumbar spinal stenosis and lumbar spine configuration. *Eur Spine J.* 2010 Nov;19(11):1865-73. doi: 10.1007/s00586-010-1516-5

14. Haig AJ, Adewole A, Yamakawa KS, Kelemen B, Aagesen AL. The ligamentum flavum at L4-5: relationship with anthropomorphic factors and clinical findings in older persons with and without spinal disorders. *PMR.* 2012 Jan;4(1):23-29. doi: 10.1016/j.pmrj.2011.07.023

## Адрес для корреспонденции

246000, Республика Беларусь,  
г. Гомель, ул. Ланге, 5,  
УО «Гомельский государственный  
медицинский университет»,  
кафедра неврологии и нейрохирургии  
с курсом медицинской реабилитации,  
тел. сот.: +375 44 597 04 76,  
e-mail: neuro\_ugokb2013@mail.ru,  
Ремов Павел Сергеевич

## Сведения об авторах

Ремов Павел Сергеевич, ассистент кафедры неврологии и нейрохирургии с курсом медицинской

## Address for correspondence

246000, The Republic of Belarus,  
Gomel, Lange Str., 5,  
Gomel State Medical University,  
Department of Neurology and Neurosurgery  
With the Course of Medical Rehabilitation,  
Mob. tel. :+375 44 597 04 76,  
E-mail: neuro\_ugokb2013@mail.ru,  
Pavel S. Remov

## Information about the authors

Remov Pavel S., Assistant of the Department of Neurology and Neurosurgery with the Course of Medical

реабилитации, Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Республика Беларусь.

<https://orcid.org/0000-0003-2194-5233>

Олизарович Михаил Владимирович, к.м.н., доцент, доцент кафедры неврологии и нейрохирургии с курсом медицинской реабилитации, Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Республика Беларусь.

<https://orcid.org/0000-0001-6060-5720>

Rehabilitation, Gomel State Medical University, Gomel, Republic of Belarus.

<https://orcid.org/0000-0003-2194-5233>

Alizarovich Mikhail V., PhD, Associate Professor of the Department of Neurology and Neurosurgery with the Course of Medical Rehabilitation, Gomel State Medical University, Gomel, Republic of Belarus.

<https://orcid.org/0000-0001-6060-5720>

#### **Информация о статье**

*Получена 12 февраля 2018 г.*

*Принята в печать 26 ноября 2018 г.*

*Доступна на сайте 31 декабря 2018 г.*

#### **Article history**

*Arrived 12 February 2018*

*Accepted for publication 26 November 2018*

*Available online 31 December 2018*